

In 09/811, 447

世界知的所有権機関  
国際事務局



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

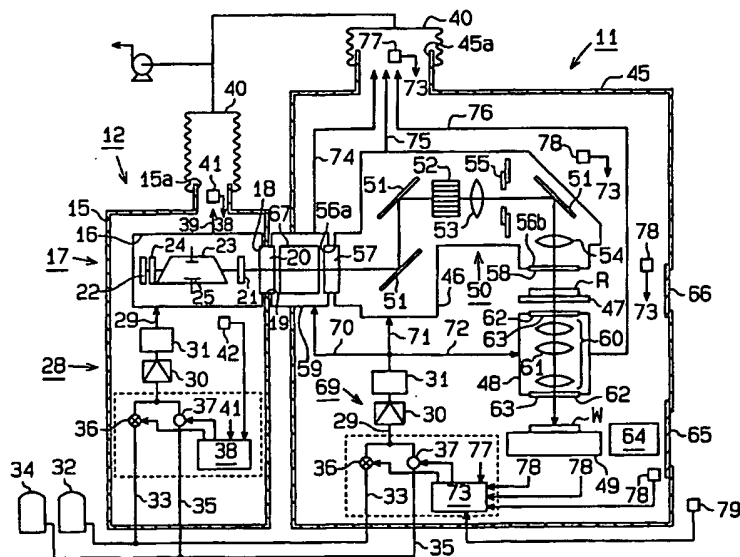
|  |  |   |                                   |
|--|--|---|-----------------------------------|
| (51) 国際特許分類6<br>H01L 21/027, G03F 7/20   |  | A1  | (11) 国際公開番号<br>WO00/31780         |
|  |  |   | (43) 国際公開日<br>2000年6月2日(02.06.00) |
| (21) 国際出願番号<br>PCT/JP99/03985  |  | (81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM) |                                   |
| (22) 国際出願日<br>1999年7月26日(26.07.99)   |  |   |                                   |
| (30) 優先権データ<br>特願平10/330033 1998年11月19日(19.11.98) JP   |  |   |                                   |
| (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)<br>株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP]<br>〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号<br>富士ビル Tokyo, (JP)   |  | 添付公開書類<br>国際調査報告書   |                                   |
| (72) 発明者 ; および   |  |   |                                   |
| (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)<br>茂木 清(MOTEGI, Kiyoshi)[JP/JP]<br>押川 識(OSHIKAWA, Satoru)[JP/JP]<br>〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号<br>富士ビル 株式会社ニコン 知的財産部内 Tokyo, (JP) |  |   |                                   |
| (74) 代理人<br>恩田博宣(ONDA, Hironori)<br>〒500-8731 岐阜県岐阜市大宮町2丁目12番地の1 Gifu, (JP)  |  |   |                                   |
|  |  |   |                                   |

(54)Title: OPTICAL DEVICE, EXPOSURE SYSTEM, AND LASER BEAM SOURCE, AND GAS FEED METHOD, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54)発明の名称 光学装置及び露光装置並びにレーザ光源、ガスの供給方法、露光方法、デバイスの製造方法

(57) Abstract

An optical device, an exposure system, and a laser beam source capable of suppressing a hazing from occurring on an optical element while a working environment in maintenance and at the time of abnormality is maintained in good condition, wherein an inert gas feed system (33) and a dry air feed system (35) are connected selectively to a first lens-barrel (46) and a second lens-barrel (48) of an exposure device main body (11) and a light source chamber (16) of a laser device (12), oxygen sensors (78, 42) for measuring the oxygen concentration and exhaust amount monitors (77, 41) for detecting the exhaust amount through an exhaust duct (40) are provided inside a chamber (45) of the exposure device main body (11) and a chamber (15) of the laser device (12), respectively and, when at least one of the oxygen concentration and exhaust amount detected by the oxygen sensors (78, 42) and exhaust amount monitors (77, 41) lowers below a specified value, a purge gas fed to the first and second lens-barrels (45, 46) and light source chamber (16) is switched from inert gas to dry air.



(57)要約

メンテナンス時、異常時等における作業環境を良好に維持しつつ、光学素子における曇りの発生を抑制可能な光学装置及び露光装置並びにレーザ光源を提供する。露光装置本体 11 の第 1 鏡筒 (46)、第 2 鏡筒 (48) 及びレーザ装置 (12) の光源室 (16) には、不活性ガス供給系 (33) と乾燥空気供給系 (35) とが選択的に接続される。露光装置本体 (11) のチャンバ (45) 及びレーザ装置 (12) のチャンバ (15) 内に、酸素濃度を計測する酸素センサ (78、42) と、排気ダクト (40) の排気量を検出する排気量モニタ (77、41) が設けられている。そして、酸素センサ (78、42) 及び排気量モニタ (77、41) で検出された酸素濃度及び排気量の少なくとも 1 つが所定値を下回ったときには、第 1 及び第 2 鏡筒 (45、46) 及び光源室 (16) に供給されるパージガスを不活性ガスから乾燥空気に切り換える。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

|                 |            |                   |               |
|-----------------|------------|-------------------|---------------|
| AE アラブ首長国連邦     | DM ドミニカ    | KZ カザフスタン         | RU ロシア        |
| AL アルバニア        | EE エストニア   | LC セントルシア         | SD スーダン       |
| AM アルメニア        | ES スペイン    | LI リヒテンシュタイン      | SE スウェーデン     |
| AT オーストリア       | FI フィンランド  | LK スリ・ランカ         | SG シンガポール     |
| AU オーストラリア      | FR フランス    | LR リベリア           | SI スロヴェニア     |
| AZ アゼルバイジャン     | GA ガボン     | LS レソト            | SK スロヴァキア     |
| BA ボスニア・ヘルツェゴビナ | GB 英国      | LT リトアニア          | SL シエラ・レオネ    |
| BB バルバドス        | GD グレナダ    | LU ルクセンブルグ        | SN セネガル       |
| BE ベルギー         | GE グルジア    | LV ラトヴィア          | SZ スワジランド     |
| BF ブルキナ・ファソ     | GH ガーナ     | MA モロッコ           | TD チャード       |
| BG ブルガリア        | GM ガンビア    | MC モナコ            | TG トーゴ        |
| BJ ベナン          | GN ギニア     | MD モルドヴァ          | TJ タジキスタン     |
| BR ブラジル         | GW ギニア・ビサウ | MG マダガスカル         | TZ タンザニア      |
| BY ベラルーシ        | GR ギリシャ    | MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア | TM トルクメニスタン   |
| CA カナダ          | HR クロアチア   | 共和国               | TR トルコ        |
| CF 中央アフリカ       | HU ハンガリー   | ML マリ             | TT トリニダード・トバゴ |
| CG コンゴ          | ID インドネシア  | MN モンゴル           | UA ウクライナ      |
| CH スイス          | IE アイルランド  | MR モーリタニア         | UG ウガンダ       |
| CI コートジボアール     | IL イスラエル   | MW マラウイ           | US 米国         |
| CM カメルーン        | IN インド     | MX メキシコ           | UZ ウズベキスタン    |
| CN 中国           | IS アイスランド  | NE ニジェール          | VN ヴェトナム      |
| CR コスタ・リカ       | IT イタリア    | NL オランダ           | YU ユーゴスラビア    |
| CU キューバ         | JP 日本      | NO ノルウェー          | ZA 南アフリカ共和国   |
| CY キプロス         | KE ケニア     | NZ ニュー・ジーランド      | ZW ジンバブエ      |
| CZ チェッコ         | KG キルギスタン  | PL ポーランド          |               |
| DE ドイツ          | KP 北朝鮮     | PT ポルトガル          |               |
| DK デンマーク        | KR 韓国      | RO ルーマニア          |               |

## 明 細 書

光学装置及び露光装置並びにレーザ光源、ガスの供給方法、露光方法、デバイスの製造方法

## 技術分野

本発明は、その内部に各種の光学素子を収納する光学装置に関し、詳しくは、例えば半導体素子、液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスを製造する際のフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置、及びその露光装置に使用されるレーザ光源、ガスの供給方法、露光方法、デバイスの製造方法に関する。

## 背景技術

露光装置は、各々が1つ又は複数の筐体内に收容され、所定の波長を有する露光光を出射する光源と、その露光光をマスク上に照射する照明光学系と、その照明光学系の照明に基づいてマスク上に形成された回路パターンを基板上に投影する投影光学系とを備える。光源、照明光学系及び投影光学系の各鏡筒内には、それぞれ複数のレンズ、ミラー、フィルタ等の光学素子が収納保持されている。

露光装置は、露光時における環境条件を一定にするために、所定の温度、湿度が保たれるように空調された環境下に置かれている。露光装置の使用環境であるマイクロデバイス工場のクリーンルーム内の空気中には、微量の有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の汚染物質が含まれている。これらの物質が露光装置、そして鏡筒内に侵入すると、その物質が光学素子の表面に付着して光学素子に曇りが生じることになる。このような曇りの発生を防止するために、鏡筒内を汚染物質を取り除いた空気等の気体を用いてパージする機構を備えた露光装置が提案されている。

ところで、近年の半導体装置の高度集積化の流れの中で、露光装置に対する高解像度化の要求がますます強まってきている。このような要求に対応して、露光光が、例えば従来広く用いられていたg線 ( $\lambda = 436 \text{ nm}$ ) から、例えばi線 ( $\lambda = 365 \text{ nm}$ )、KrFエキシマレーザ ( $\lambda = 248 \text{ nm}$ )、さらにArFエキシマレーザ ( $\lambda = 193 \text{ nm}$ )、F<sub>2</sub>エキシマレーザ ( $\lambda = 157 \text{ nm}$ ) へと短波長化される傾向にある。KrFエキシマレーザを露光光として用いた露光装置では、鏡筒内の水分が光学素子の曇りを誘発することがあるため、水分を所定量以下に抑えた空気等の気体で鏡筒内がパージされる。

また、ArFエキシマレーザ以下の波長を有する露光光では、その露光光のエネルギー分布と空気中の酸素の吸収スペクトルとの間の重なり部分が大きくなる。このような場合、酸素を通過する際に露光光のエネルギーが酸素に吸収されて、そのエネルギー量が大きく減衰するとともに光化学反応によりオゾンが発生する。このため、極短波長を有する露光光を用いる場合、基板上における安定した露光エネルギー量を確保するとともに光学素子の曇りを抑制すべく、鏡筒内は、例えば窒素ガスでパージされる。そして、鏡筒はマイクロデバイス工場の排気ダクトと接続されおり、その鏡筒内の雰囲気ガスとして使用された窒素ガスが工場外に排出される。

ところで、マスク又はウェハの交換時や光学素子の交換等のメンテナンス時は、露光装置の筐体（露光装置本体を収納する本体チャンバ、レーザ光源を収納するレーザチャンバなど）に設けられた扉を開放する必要がある。ここで、鏡筒内のパージを窒素ガスで行う場合、鏡筒の気密性が低下していると、鏡筒内から窒素ガスが漏れ出して筐体（チャンバ）、ひいてはクリーンルーム内に放出されるおそれがある。

また、例えば排気ダクトに何らかの不具合が生じ、その排気能力が低下している場合、本来工場外に排出されるべき窒素ガスが露光装置の筐体内に逆流し、さらにクリーンルーム内に漏出するおそれがある。これらのような事態は、クリーンルーム内における作業環境を悪化させるという問題があった。

一方、停電や長期にわたる運転停止により、露光装置及び排気ダクトへの電力供給が遮断されると、パージガス供給機構も停止される。この場合、クリーンルーム内の空気中に含まれる汚染物質の鏡筒内への侵入を阻止することができず、光学素子に曇りが生じてしまうことがあるという問題があった。

本発明の第1の目的は、露光装置のメンテナンス時や運搬時、露光装置及び排気装置の異常時等における作業環境を良好に維持することが可能な光学装置及び露光装置並びにレーザ光源を提供することにある。

本発明の第2の目的は、露光装置及び排気装置の運転停止に起因する光学素子の曇りの発生を抑制可能な光学装置及び露光装置並びにレーザ光源を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明の第1の態様では、光学素子を収納する気密室とを備えた光学装置が提供される、その光学装置は、気密室内に第1のガスを供給する第1パージ機構と、気密室内に第1のガスとは異なる組成の第2のガスを供給する第2パージ機構と、光学装置の稼働状態を検出する稼働状態検出機構と、稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、気密室と第1パージ機構又は第2パージ機構とを選択的に接続する制御装置とを備える。このため、稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、稼働状態に適したパージガスが選択的に気密室内に供給される。

また、光学装置は、照明光を出射する光源を更に備える。さらに、その光源がエキシマレーザ光を出射するエキシマレーザ光源であってもよい。この場合、エネルギーが高く、より光学素子の曇りが発生しやすく、使用するパージガスの条件が厳しいエキシマレーザ光を有効的に使用することができる。

また、光学装置は、複数の光学素子を有し、かつ照明光をマスクに照射する照明光学系を更に備え、照明光学系の複数の光学素子の少なくとも一部が気密室内に収納されてもよい。この場合、照明光学系からマスク上に照射される照明光の強度の経時的な変化が抑制され、より正確なマスクのパターンの転写が

可能となる。

また、光学装置は、マスク上に形成されるパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系を更に備えてもよい。この場合、パターンの像における光強度の経時的な変化が抑制され、より正確なマスクのパターンの転写が可能となる。

また、第1のガスは不活性ガスであり、第2のガスは少なくとも大気と同等の濃度を有する酸素又は酸素を含む混合ガスであることが好ましい。この場合、通常の露光時には不活性ガスを気密室内に供給することにより、気密室内の汚染物質及び酸素が排除され、光学素子の曇りの発生が抑制される。一方、光学装置のメンテナンス時あるいは異常時等には、酸素を含むパージガスを気密室内に供給することにより、その気密室の気密性が低下していても作業環境が良好に維持される。

また、光学装置は、第1のガス及び第2のガスの流路にそれらのガス中に含まれる不純物を除去するための清浄装置を備えてもよい。清浄装置により、気密室内に供給されるパージガスが常に清浄に保たれて、光学素子における曇りの発生が抑制される。

また、光学装置は、気密室を収納する筐体を備え、稼働状態検出機構は、筐体の内部又は外部における所定のガスの濃度を検出する環境監視手段を備え、制御装置はその環境監視手段の検出結果に基づいて所定のガスの濃度が所定値を下回ったときには、気密室に接続されるパージ機構を第1パージ機構から第2パージ機構に切り換えてもよい。この場合、環境監視手段として、例えば酸素の濃度を検出する酸素センサが用いられることにより、筐体内又はその光学装置が設置されるクリーンルーム内の酸素濃度を管理することが可能となる。これにより、作業環境が良好に維持される。

また、光学装置は、気密室に接続された排気装置を備え、稼働状態検出機構は、排気装置の排気能力を検出する排気監視手段を備え、制御装置はその排気監視手段の検出結果に基づいて排気量が所定値を下回ったときには、気密室に

接続されるパージ機構を第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えるようにしてもよい。この場合、排気装置の異常が検出された場合には、第 1 のガスの使用が中止されるので、作業環境が良好に維持される。

稼働状態検出機構及び制御装置の少なくとも一方が停止された状態では、気密室に接続されるパージ機構が第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えられてもよい。この場合、光学装置の停止状態において、第 1 のガスの使用が中止されるので、作業環境が良好に維持される。

また、制御装置は、光学装置が動作する時には第 1 パージ機構を気密室に接続し、第 1 のガスの使用条件が満たされない時には気密室に第 2 パージ機構を接続するようにしてもよい。この場合、通常の動作時には気密室内に第 1 のガスが供給され、光学装置のメンテナンス時あるいは異常時等には気密室内に第 2 のガスが供給される。

また、気密室が収納される筐体の一部が開放される状態、又は光学装置の電源がオフになる状態、もしくは光学装置の運搬、組立、又は調整中では、第 2 パージ機構が気密室に接続されてもよい。この場合、光学装置のメンテナンス時、マスク、基板等の交換時、停止時、運搬時、組立時あるいは調整時には、気密室内に第 2 のガスが供給されるので、作業環境が良好に維持される。

また、光学装置は、第 2 のガスを蓄積保持する保持手段を更に備えてもよい。この場合、光学装置の、例えば運搬時あるいは組立時の等、工場のユーティリティープラントから第 2 のガスを光学装置に供給できない場合においても、気密室内を第 2 のガスでパージすることができる。

本発明の第 2 の態様では、マスクのパターンを基板上に転写する露光装置が提供される。その露光装置は、照明光を射出する光源と、光源と基板との間に配置される複数の光学素子のうちの少なくとも一部の光学素子を収納する気密室と、気密室内に第 1 のガスを供給する第 1 パージ機構と、気密室内に第 1 のガスとは異なる組成の第 2 のガスを供給する第 2 パージ機構と、露光装置の稼働状態を検出する稼働状態検出機構と、稼働状態検出機構の検出結果に基づい

て、気密室と第1パージ機構又は第2パージ機構とを選択的に接続する制御装置とを備える。露光装置の光学素子を収容する気密室内の汚染物質が第1又は第2のガスで排除されるので、光学素子における曇りの発生が抑制される。この結果、マスクパターンの基板上への転写動作の精度及び効率の低下が回避される。更に、マスク及び基板の交換時あるいはメンテナンス時等における作業環境が良好に維持される。

また、気密室は、光源内の光学素子を収納する第1気密室と、光源とマスクとの間に配置される少なくとも1つの光学素子を収納する第2気密室と、マスクと基板との間に配置され、少なくとも1つの光学素子を収納する第3気密室とを含んでもよい。この場合、光源内、光源とマスクとの間、更にはマスクと基板との間の配置された各光学素子の曇りの発生が抑制される。

露光装置は、気密室が収納される筐体及び第1、第2及び第3の気密室の少なくともいずれか一方を介して第1のガスを回収する回収装置を更に備えてもよい。この場合、気密室に供給された第1のガスは回収装置により回収される。回収された第1のガスを再利用することにより露光装置のランニングコストが削減される。

第2のガスは化学的に清浄な乾燥空気であってもよい。この場合、気密室内に照明光が通過しない状態では、気密室は化学的に清浄な乾燥空気のパージされる。これにより、気密室内の各光学素子の表面への汚染物質の付着もしくは堆積が阻止される。

また、露光装置は、気密室内での第1のガス及び酸素のいずれか一方の濃度を検出するセンサと、センサの出力に基づいて光源を制御する発光制御装置とを更に備えてもよい。この場合、気密室内における第1のガス又は酸素の濃度に応じて、例えば照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

また、センサは酸素の濃度を検出し、発光制御装置は、酸素の濃度が所定値以下になるまで光源からの照明光の出射を禁止するようにしてもよい。この場合、例えば気密室内が第1のガスにより十分にパージされるまで、光源からの



照明光の出射が禁止される。

気密室は照明光の光路中に配置された複数の気密室を含み、複数の気密室内にそれぞれ複数のセンサが設けられ、発光制御装置は、複数のセンサの出力に基づいて光源を制御するようにしてもよい。この場合、各気密室内の例えば酸素の濃度に応じて、照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

露光装置は、照明光をマスクに照射する照明光学系と、照明光が照射されたマスクのパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系と、光源と照明光学系との間に配置された伝送系とを更に備えてもよい。さらに、複数の気密室は、光源内に設けられた第1気密室、照明光学系を構成する少なくとも一部の光学素子を収容する第2気密室、投影光学系を構成する少なくとも一部の光学素子を収容する第3気密室、伝送系を構成する少なくとも一部の光学素子を収容する第4気密室の少なくとも1つを含んでもよい。この場合、光源内の光学素子、照明光学系の少なくとも一部の光学素子、投影光学系の少なくとも一部の光学素子、及び伝送系の少なくとも一部の光学素子をユニット化することができる。

また、露光装置は、照明光をマスクに照射する照明光学系を備え、気密室は照明光学系の光学素子を収容する少なくとも2つの気密室を含み、少なくとも2つの気密室のそれぞれにセンサが設けられていてもよい。この場合、例えばレチクルブラインド等の可動部分を含む照明光学系を、その可動部分の前後において少なくとも2つの気密室に分離することができる。

また、制御装置は、光源からの照明光の出射が中断、又は停止されたときは、気密室内に第2のガスを供給すべく、第2パージ機構と気密室とを接続するようにしてもよい。この場合、例えば停電、長期停止あるいはメンテナンス等で、光源からの照明光の出射が中断又は停止された時に、気密室からの第1のガスの放出が防止される。また、気密室は第2のガスでパージされているため、汚染物質が光学素子上に堆積しない。

また、露光装置は、気密室を収容する筐体と、筐体に接続され、第2のガス

の供給時に動作する排気装置を更に備えてもよい。この場合、例えばメンテナンス等のために、気密室内のパージガスが第2のガスに切り換えられたときには、排気装置が開放されて、気密室内及び筐体内に残存する第1のガスが排気装置により外部へ排出される。

また、露光装置は、筐体内の環境を検出する環境センサを更に備え、環境センサの出力に基づいて排気装置が制御されてもよい。この場合、筐体内における、例えば酸素の濃度等の環境の状態に応じて照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

また、筐体は、光源を収容する第1チャンバ及び露光装置本体を収容する第2チャンバのいずれか一方を含んでもよい。この場合、光源の気密室が第1チャンバで覆われ、露光装置の気密室が第2チャンバで覆われる。これにより、各気密室内のパージガスが直接的にチャンバ外のクリーンルーム等の設置環境に放出されない。

本発明の第3の態様では、マスクのパターンを基板上に転写する露光装置に用いられるレーザ光源が提供される。レーザ光源は、露光装置の稼働中に供給される第1のガスとは異なる組成を有する第2のガスを保存するタンクと、露光装置から分離された時に、第2のガスをレーザ光源の内部に導入する配管とを備える。この場合、レーザ光源の運搬時、露光装置とレーザ光源との分離時においては、レーザ光源の内部が第2のガスで満たされる。これにより、レーザ光源内に配設された光学素子の表面への汚染物質の堆積が回避される。

本発明の第4の態様では、光学装置に設けられ、光学素子を収納する気密室に対して所定の気体を供給するガスの供給方法が提供される。その方法では、光学装置の稼働状態が検出され、その検出結果に基づいて、所定の気体として、第1のガス又は第1のガスとは異なる組成を有する第2のガスが選択的に気密室に供給される。

第1のガスは不活性ガスであり、第2のガスは少なくとも大気と同等の濃度を有する酸素又は酸素を含む混合ガスであってもよい。

光学装置は気密室を収納する筐体を備え、筐体の内部又は外部におけるガス濃度が検出され、その検出結果に基づいてガス濃度が所定値以上のときには、第1のガスが気密室に供給され、ガス濃度が所定値を下回ったときには、第2のガスが気密室に供給されてもよい。

光学装置は、気密室に接続された排気装置を備え、排気装置の排気量が検出され、排気量が所定値以上のときには、第1のガスが気密室に供給され、ガス濃度が前記所定値を下回ったときには、第2のガスが気密室に供給されてもよい。

光学装置が動作するときは、第1のガスが気密室に供給されてもよい。

気密室又は該気密室が収納される筐体の一部が開放されるとき、又は光学装置の電源がオフになったとき、第2のガスが気密室に供給されてもよい。

光学装置は、光源からの照明光をマスクに照射する照明光学系と、照明光学系により照射されたマスクのパターンの少なくとも一部を感光基板上に投影する投影光学系と、光源と照明光学系との間に配置された伝送系とを有し、気密室は、照明光学系、投影光学系及び伝送系の少なくとも一つに設けられてもよい。

本発明の第5の態様では、上記第4の態様のガスの供給方法を利用して、マスクのパターンを基板上に投影する露光方法が提供される。

本発明の第6の態様では、マスクに形成されたパターンを基板に投影する露光方法が提供される。その方法では、基板にパターンを投影する前に、上記第4の態様のガスの供給方法を用いて、気密室に第1のガスが供給される。

本発明の第7の態様では、マスクに形成されたパターンを基板に投影する工程を含むデバイス製造方法が提供される。その方法では、基板にパターンを投影する前に、上記第4の態様のガスの供給方法を用いて、気密室に第1のガスが供給される。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施形態の露光装置及びレーザ装置の概略構成図である。

図 2 は、本発明の第 2 実施形態の露光装置及びレーザ装置の概略構成図である。

図 3 は、本発明の第 3 実施形態の露光装置及びレーザ装置の概略構成図である。

図 4 は、本発明の第 4 実施形態及びその変更例の露光装置及びレーザ装置の概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

(第 1 実施形態)

以下に、本発明の第 1 実施形態の半導体装置等のマイクロデバイスの製造プロセスで使用する光学装置としての露光装置本体 11、及び、そのレーザ光源として使用される光学装置としてのレーザ装置 12 の構成を図 1 に従って説明する。

図 1 は、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 の概略構成図である。まず、レーザ装置 12 について、説明する。レーザ装置 12 は、筐体としてのチャンバ 15 を有し、そのチャンバ 15 内には第 1 気密室としての光源室 16 が区画形成されている。光源室 16 内には、照明光としての ArF エキシマレーザ光（以下、単に「レーザ光」という）を発振する光源としてのレーザ励起部 17 が收容されている。光源室 16 の一端には開口 18 が形成されている。また、チャンバ 15 の一側面にも、開口 18 に対応する形状を有する開口 19 が形成されている。これらの開口 18、19 には光学素子としての円板状の仕切り板 20 が嵌合されている。仕切り板 20 は、レーザ励起部 17 により発振されるレーザ光の透過を許容する透明な物質（石英、または蛍石など）により形成されている。なお、第 1 実施形態では、チャンバ 15 は図示しない空調装置に接続されるか、その内部に配置されており、その内部が所定の温度及び湿度に保

たれる。しかしながら、空調装置は必ずしもチャンバ 15 に接続しておく（又は、チャンバ 15 内に設置しておく）必要はない。

レーザ励起部 17 は、光学素子としてのレーザガスト्यूブ 23 と、レーザガスト्यूブ 23 の両側に配置された一対の光学素子としてのフロントミラー 21 及びリヤミラー 22 とを有する。リヤミラー 22 とレーザガスト्यूブ 23 との間には、プリズム、グレーティング等からなる光学素子としての波長狭帯化素子 24 が配設されている。そして、レーザガスト्यूブ 23 内の一対の電極 25 間での放電により発光した光は、レーザ発振状態に達するまで、一対のミラー 21、22 間を往復して増幅される。この際、その光が波長狭帯化素子 24 を通過することにより、その光の波長が所定の波長帯域に狭帯化される。

光源室 16 は、その内部にパージガスを供給するパージガス供給系 28 と接続されている。光源室 16 とパージガス供給系 28 とを連結する給気配管 29 の経路には、清浄装置としてのフィルタ 30 及び温調乾燥器 31 が配置されている。フィルタ 30 は、パージガス供給系 28 から供給されるパージガス中の汚染物質、例えば有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の不純物を除去する。温調乾燥器 31 は、パージガスの温度を所定の温度に維持するとともに、そのパージガス中に含まれる水分を例えば 5% 以下に抑える。

パージガス供給系 28 は、マイクロデバイス工場のユーティリティプラント内に配置された第 1 タンク 32 から第 1 のガスとしての不活性ガスを供給する第 1 パージ機構としての不活性ガス供給系 33 と、同プラント内に配置された第 2 タンク 34 から第 2 のガスとしての乾燥空気を供給する第 2 パージ機構としての乾燥空気供給系 35 とを備える。不活性ガスは、窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、水素等の中から選択された単体のガス、あるいはその混合ガスを含む。また、不活性ガスは、酸素、有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の不純物が十分に除去され、化学的に清浄でかつ水分量が 5% 以下に乾燥されたものである。乾燥空気は、有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の不純物が十分に除去され、化学的に清浄でかつ水分量が 5%

以下に乾燥されたものである。そして、これらの不活性ガス及び乾燥空気は、フィルタ 30 及び温調乾燥器 31 により再度不純物の除去及び乾燥処理が施される。

不活性ガス供給系 33 は、外部装置からの駆動力の供給により開放されるノーマルクローズタイプの第 1 制御バルブ 36 を備える。乾燥空気供給系 35 は、外部装置からの駆動力の供給により閉止されるノーマルオープンタイプの第 2 制御バルブ 37 を備える。第 1 及び第 2 制御バルブ 36、37 は、制御装置としての光源制御系 38 に接続され、その光源制御系 38 からの駆動力の供給により開閉される。そして、不活性ガス供給系 33 と乾燥空気供給系 35 とは、第 1 及び第 2 制御バルブ 36、37 の下流において合流され、給気配管 29 に接続されている。

光源室 16 は、排気配管 39 を介してマイクロデバイス工場の排気装置としての排気ダクト 40 に接続されている。また、チャンバ 15 の出口 15a も排気ダクト 40 に接続されている。これにより、光源室 16 内に供給された不活性ガス及び乾燥空気は、排気ダクト 40 を介して工場の外部に排出される。また、チャンバ 15 の出口 15a の付近には、排気ダクト 40 の排気量を検出する排気監視手段又は稼働状態検出機構としての排気量モニタ 41 が設けられている。排気量モニタ 41 の検出信号は、光源制御系 38 に供給される。

また、チャンバ 15 には、その内部の酸素の濃度を検出する環境監視手段又は稼働状態検出機構としての酸素センサ 42 が設けられている。酸素センサ 42 の検出信号は光源制御系 38 に供給される。

次に、露光装置本体 11 について説明する。露光装置本体 11 の筐体としてのチャンバ 45 内には、第 2 気密室としての第 1 鏡筒 46 と、レチクルステージ 47 と、第 3 気密室としての第 2 鏡筒 48 とウエハステージ 49 とが配置されている。レチクルステージ 47 は、所定のパターンの形成されたマスクとしてのレチクル R がレーザ光の光軸と直交するように支持する。また、ウエハステージ 49 は、レーザ光に対して感光性を有するフォトリソグが塗布された

基板としてのウェハWをレーザ光の光軸と直交する面内において移動可能に、かつその光軸に沿って微動可能に保持する。

第1鏡筒46内には、レチクルRを照明するための照明光学系50が収容されている。照明光学系50は、複数のミラー51、オプティカルインテグレータ（例えば、フライアイレンズ又はロッドインテグレータ）52、リレー光学系53、コンデンサレンズ54を含む。リレー光学系53の後方には、レーザ光の形状を整形するためのレチクルブラインド（視野絞り）55が配置されている。また、第1鏡筒46の両端には開口部56a、56bが形成され、両開口部56a、56bには光学素子としての円板状をなす前方仕切り板57及び後方仕切り板58がそれぞれ嵌合されている。前方仕切り板57と、レーザ装置12の光源室16の仕切り板20との間には第4気密室としての接続筒59が嵌合されている。そして、接続筒59を介して、レーザ装置12から第1鏡筒46内に入射したレーザ光は、ミラー51により第1鏡筒46の形状に応じて折り曲げられ、フライアイレンズ52の後方面においてレチクルRを均一な照度分布で照明する多数の二次光源に変換される。

接続筒59内には、レーザ装置12から射出されるレーザ光を照明光学系50に導くために、伝送系の少なくとも一部を構成するビーム・マッチング・ユニット（BMU）67が配置されている。BMU67は、レーザ装置12から射出されるレーザ光と照明光学系50の光軸との間の位置関係を調整する。即ち、BMU67は、複数の光学素子を含み、例えば少なくとも1つの光学素子（ミラーなど）を駆動してレーザ光をシフトさせる。なお、第1実施形態では、接続筒59も気密室の1つとして機能し、接続筒59は第4気密室に相当する。

また、第1実施形態では露光装置本体11と同じ床上にレーザ装置12が配置されているが、例えばその床下のユーティリティフロアにレーザ装置12を配置してもよい。この場合でも、レーザ装置12と露光装置本体11（照明光学系50）との間に伝送系を有する接続筒59を配置して、その全光路を不活性ガス雰囲気としてもよい。

第2鏡筒48内には、照明光学系50によって照明されるレチクルRのパターンの像をウェハW上に投影するための投影光学系60が収容されている。投影光学系60は、複数の光学素子としてのレンズ61を含む。第2鏡筒48の両端の開口部62には、光学素子としての円板状の仕切り板63が嵌合されている。

なお、投影光学系60の両端には収差（例えばディストーション、球面収差、コマ収差など）、特にその非回転対称成分を補正する図示しない収差補正板（石英、又は蛍石などからなる、例えば表面に微小な凹凸が形成される平行平板）が設けられている。この収差補正板を仕切り板63として代用してもよい。また、投影光学系60のウェハ側に交換可能な汚染防止板（平行平板など）を設ける場合、その汚染防止板を仕切り板として代用してもよい。汚染防止板は、レーザ光の照射によってレジストから発生する飛散粒子がウェハWに最も近い投影光学系60の光学素子に付着するのを防止する。

ウェハステージ49の近傍には、そのウェハステージ49上に載置されるウェハWを交換するためのウェハローダ64が配設されている。チャンバ45の壁面には、ウェハローダ64の近傍において開閉自在なウェハ交換扉65が設けられている。ウェハ交換扉65を開閉することにより、ウェハステージ49上に載置されたウェハWが交換される。例えば、露光装置本体11とコータ・ディベロッパとがインライン接続されているときは、交換扉65を介してウェハローダ64によって両装置間でウェハWの搬送が行われ、複数枚のウェハが収容されるカセットがチャンバ45内の所定位置に配置される。この場合、ウェハローダ64によってウェハステージ49とカセットとの間でウェハWの搬送が行われるとともに、交換扉65を介してオペレータ、又はカセットの移載機構を有する搬送車によってそのカセットの交換が行われる。

また、チャンバ45の壁面には、レチクルステージ47の近傍において開閉自在なレチクル交換扉66が設けられている。レチクル交換扉66を開閉することによりレチクルステージ47上に載置されたレチクルRが交換される。図



示していないが、レチクルステージ４７とレチクルＲを収納するカセット（正確には複数のカセットが装着されるレチクルライブラリ）との間にレチクルローダが配置されており、レチクルローダは、交換扉６５を介してカセットの着脱又は交換を行う。

なお、第１実施形態ではチャンバ４５内にウエハローダ６４及びレチクルローダが配置されている。しかしながら、ウエハローダ６４とレチクルローダとをチャンバ４５とは別の筐体内に配置してもよい。この場合、筐体内の圧力よりもチャンバ４５内の圧力が高く設定されるので、チャンバ４５内の不活性ガス（パージガス）が筐体内に流入し得る。このため、筐体に排気ダクトを設けておくことが望ましく、さらにはその筐体内の不活性ガス、又は酸素の濃度を検出するセンサを設けてもよい。または、チャンバ４５とローダ用の筐体との接続部に交換扉６５、６６を設けておくことが望ましい。

接続筒５９、第１鏡筒４６及び第２鏡筒４８には、パージガス供給系２８と同様の構成のパージガス供給系６９が接続されている。すなわち、パージガス供給系６９も、第１タンク３２から不活性ガスを供給する不活性ガス供給系３３と、第２タンク３４から乾燥空気を供給する乾燥空気供給系３５とを備える。不活性ガス供給系３３には第１制御バルブ３６が設けられ、乾燥空気供給系３５には第２制御バルブ３７が設けられている。第１及び第２制御バルブ３６、３７は、制御装置又は光源制御装置としての露光装置制御系７３と接続されている。

ここで、パージガス供給系６９は、フィルタ３０及び温調乾燥器３１の下流において、給気配管７０を介して接続筒５９と接続され、給気配管７１を介して第１鏡筒４６と接続され、給気配管７２を介して第２鏡筒４８と接続されている。

接続筒５９は排気配管７４を介してチャンバ４５の出口４５ａに設けられた排気ダクト４０に接続され、第１鏡筒４６は排気配管７５を介して排気ダクト４０に接続され、第２鏡筒４８は排気配管７６を介して排気ダクト４０に接続

されている。これにより、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内に供給された不活性ガス及び乾燥空気は、排気ダクト 4 0 を介して工場の外部に排出される。チャンバ 4 5 内に漏れ出す不活性ガス及び乾燥空気の一部も排気ダクト 4 0 を介して工場の外部に排出される。チャンバ 4 5 の出口 4 5 a の付近には、排気ダクト 4 0 の排気能力を検出する排気監視手段としての排気量モニタ 7 7 が設けられている。排気量モニタ 7 7 の検出信号は、露光装置制御系 7 3 に供給される。

また、チャンバ 4 5 の内部には、稼働状態検出機構、環境監視手段、環境センサとしての内部酸素センサ 7 8 が設けられている。内部酸素センサ 7 8 は、ウエハ交換扉 6 5 の近傍及びレチクル交換扉 6 6 の近傍及び照明光学系 5 0 のメンテナンス領域の近傍に配置され、酸素の濃度を検出する。内部酸素センサ 7 8 の検出信号は、露光装置制御系 7 3 に供給される。また、露光制御系 7 3 は、露光装置本体 1 1 の環境（つまりクリーンルーム内の酸素の濃度）を検出する環境監視手段又は稼働状態検出機構としての外部酸素センサ 7 9 と接続されている。

次に、パージガス供給系 2 8、6 9 におけるパージガスの切換動作及び露光装置本体 1 1 の動作について説明する。

レーザ装置 1 2 及び露光装置本体 1 1 への通電が停止されている状態では、光源制御系 3 8 及び露光装置制御系 7 3 に電力が供給されず、第 1 及び第 2 制御バルブ 3 6、3 7 にも駆動力は供給されない。このため、第 1 制御バルブ 3 6 は閉止され、第 2 制御バルブ 3 7 は開放されている。この状態では、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 は、給気配管 2 9、7 0 ～ 7 2 を介して乾燥空気供給系 3 5 と接続されている。これにより、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内には、乾燥空気が供給される。

次に、レーザ装置 1 2 及び露光装置本体 1 1 が通電され、光源制御系 3 8 及び露光装置制御系 7 3 に電力が供給されると、第 1 制御バルブ 3 6 に所定の駆動力（例えば電力、空気圧、油圧等）が供給され、制御バルブ 3 6 が開放され

る。更に、第2制御バルブ37にも所定の駆動力が供給され、制御バルブ37が閉止される。これにより、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48は、給気配管29、70～72を介して不活性ガス供給系33と接続される。これにより、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48内には、不活性ガスが供給される。

この状態で、レーザ装置12からレーザ光が出射され、照明光学系50を介してレチクルR上に照射され、レチクルRのパターンの像が投影光学系60を介してウエハW上の所定のショット領域に転写される。そして、次のショット領域が露光領域に対応するように、ウエハWが移動し、ウエハW上の全てのショット領域の露光が終了するまで、露光動作が歩進的に繰り返される。

このようにして、所定枚数のウエハWの露光が終了すると、ウエハ交換扉65が開放され、ウエハローダ64により、新たなウエハWに交換される。この際、ウエハ交換扉65の近傍の内部酸素センサ78により、その周囲の雰囲気ガスの酸素濃度が検出される。検出された酸素濃度が、大気酸素濃度（例えば18%）以上である場合には、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48への不活性ガスの供給が継続される。そして、新たなウエハW上へのレチクルRのパターンの転写が実行される。

一方、検出された酸素濃度が、大気酸素濃度未満である場合には、直ちに光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48への不活性ガスの供給が停止され、不活性ガスから乾燥空気への供給に切り換えられる。すなわち、光源制御系38及び露光装置制御系73から第1制御バルブ36及び第2制御バルブ37への駆動力の供給がそれぞれ停止される。これにより、第1制御バルブ36が閉止されるとともに、第2制御バルブ37が開放され、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48に化学的に清浄な乾燥空気が供給される。そして、レーザ励起部17内の電極25への電力印加が停止され、レーザ光の発振が停止される。

また、レチクルRを交換するために、レチクル交換扉66が開放されたとき、

レチクル交換扉 6 6 の近傍の内部酸素センサ 7 8 により、その周囲の雰囲気ガスの酸素濃度が検出される。そして、検出された酸素濃度に基づいて、ページガスの切替及びレーザ光の発振の停止が選択的に行われる。

不活性ガスから乾燥空気への切替及びレーザ光の発振の停止は、酸素センサ 4 2、内部酸素センサ 7 8 及び外部酸素センサ 7 9 のいずれかの検出結果に基づいて酸素濃度が例えば 1 8 % 未満である場合に実行される。また、切り換え動作は、露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 の光学素子（例えば、レーザ出力用のウィンドウ等）交換時等のメンテナンスを行うために、チャンバ 1 5、4 5 の一部が開放されたときにも実行される。さらに、排気量モニタ 4 1、7 7 の結果に基づいて、排気ダクト 4 0 の排気量が所定値を下回った場合にも、チャンバ 1 5、4 5 内への不活性ガスの逆流を未然に防ぐために、切り換え動作が実行される。

従って、第 1 実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(イ) 露光装置本体 1 1 のチャンバ 4 5 内の各所に酸素濃度を検出するための複数の内部酸素センサ 7 8 が配設されている。また、レーザ装置 1 2 のチャンバ 1 5 内の酸素濃度を検出するための酸素センサ 4 2 が配設されている。さらに、露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 が設置されるクリーンルーム内の酸素濃度を検出するための外部酸素センサ 7 9 も設けられている。そして、酸素センサ 4 2、7 8、7 9 により検出された周囲の雰囲気ガス中の酸素濃度が、大気酸素濃度以上である場合には、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 に不活性ガスが供給され、ページされる。

このため、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内への有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の汚染物質の侵入が阻止される。従って、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内の各光学素子の表面への汚染物質の堆積による曇りの発生を抑制することができる。この結果、レチクル R 上及びウエハ W 上におけるレーザ光強度の経時的な低下、照明光学系 5 0 及び投影光学系 6 0 の光学特性（例えば透過率、収差、倍率など）の変

動、更にはレチクルR及びウエハW上におけるレーザ光の照射領域内での照度分布の変化を回避あるいは大幅に低減することができる。従って、レチクルRのパターンを、常に精確にウエハW上に転写することができ、露光装置のスループットも高く維持することができる。しかも、レーザ光の酸素による吸収も低減されるため、レチクルR上及びウエハW上におけるレーザ光の強度の大きな減衰が防止される。従って、レチクルRのパターンの精確かつ効率的なウエハW上への転写が可能となる。

(ロ) 酸素センサ42、78、79により検出された周囲の雰囲気ガス中の酸素濃度が、大気酸素濃度未満である場合には、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48内に供給されるパージガスが、不活性ガスから乾燥空気に切り換えられる。このため、例えば光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48の気密性が低下しても、不活性ガスがチャンバ15、45、さらにクリーンルーム内に漏出することがない。従って、クリーンルーム内の作業環境が良好に維持される。また、この状態では、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48内に乾燥空気が供給されているため、汚染物質の侵入が阻止され、各光学素子における曇りの発生が抑制される。特に、パージガスとして窒素よりも軽いヘリウムを使用するときに有効である。

(ハ) 排気ダクト40内に工場外に排出される不活性ガスの排気量を検出する排気量モニタ41、77が設けられている。そして、排気量モニタ41、77により検出された排気量が所定値未満である場合には、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48内に供給されるパージガスが、不活性ガスから乾燥空気に切り換えられる。このため、何らかの原因で、排気ダクト40の排気能力が低下しても、不活性ガスがチャンバ15、45、さらにクリーンルーム内に逆流しない。従って、クリーンルーム内の作業環境が良好に維持される。

(ニ) 停電あるいは長期停止等の理由で露光装置制御系73及び光源制御系38への通電が停止されると、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び

第2鏡筒48内には乾燥空気が自動的に供給される。このため、特に、長期停止等の場合、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48の各光学素子の表面上に汚染物質が付着もしくは堆積されたりすることがない。従って、長期にわたって各光学素子における曇りの発生を抑制しつつ、作業環境が良好に維持される。

(ホ) ウエハ交換扉65及びレチクル交換扉66の近傍、更には照明光学系50などのメンテナンス領域の近傍に内部酸素センサ78が配設されている。このため、チャンバ45内において作業者が頻繁に接近する箇所の周辺の雰囲気ガスの酸素濃度を常に所定値以上に保つことができる。

(ヘ) 使用される不活性ガス及び乾燥空気は、化学的に十分に清浄化され、かつ乾燥されている。このため、各光学素子における曇りの発生を、確実に抑制することができる。

(ト) パージガス供給系28、69に、フィルタ30及び温調乾燥機31が設けられている。このため、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48に供給されるパージガスが、さらに清浄化され、かつ乾燥される。従って、各光学素子における曇りの発生を、一層確実に抑制することができる。

(チ) 第1鏡筒46の両開口部56a、56bに前方仕切り板57及び後方仕切り板58がそれぞれ嵌合され、第2鏡筒48の両開口部62に仕切り板63が嵌合されている。また、光源室16の開口18には仕切り板20が嵌合されている。このため、露光装置本体11とレーザ装置12とを切り離しても、光源室16、第1鏡筒46及び第2鏡筒48内に収容された各光学素子が、直接外気に晒されることがない。従って、それらの各光学素子の表面の汚染を防止することができる。

(リ) 光源室16がチャンバ15に収容され、第1鏡筒46及び第2鏡筒48がチャンバ45に収容されている。このため、光源室16、第1鏡筒46及び第2鏡筒48内の不活性ガスが直接クリーンルーム内に漏れ出すことがない。また、クリーンルーム内の外気が、直接光源室16、第1鏡筒46及び第

2 鏡筒 4 8 に接触することがない。従って、光学素子への汚染物質の堆積をより確実に抑制することができる。

(第 2 実施形態)

つぎに、本発明の第 2 実施形態の露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 を第 1 実施形態と異なる部分を中心に図 2 に従って説明する。第 2 実施形態においては、図 2 に示すように、乾燥空気供給系 9 1 の構成が第 1 実施形態とは異なる。すなわち、乾燥空気供給系 9 1 は、乾燥空気を蓄積保持する保持手段としての乾燥空気タンク 9 2 を備えている。乾燥空気タンク 9 2 は、チャンバ 1 5 及びチャンバ 4 5 に着脱可能に装備されている。そして、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内に乾燥空気の供給が必要とされるときには、乾燥空気タンク 9 2 から給気配管 2 9、7 0～7 2 を介して乾燥空気が供給される。

従って、第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態における (イ)～(リ) の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

(ヌ) 露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 内に乾燥空気タンク 9 2 が装備されている。このため、露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 をマイクロデバイス工場のユーティリティ・プラントから切り離しても、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内を乾燥空気によりパージすることができる。従って、露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 の運搬、組立時にも、光源室 1 6、接続筒 5 9、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内を清浄に保つことができ、各光学素子の曇りの発生を抑制することができる。

(ル) チャンバ 4 5 とチャンバ 1 5 とにそれぞれ独立して乾燥空気タンク 9 2 が装備されている。このため、露光装置本体 1 1 とレーザ装置 1 2 とを切り離しても、光源室 1 6、第 1 鏡筒 4 6 及び第 2 鏡筒 4 8 内を乾燥空気によりパージすることができる。従って、露光装置本体 1 1 及びレーザ装置 1 2 の運搬に便利である。

(第 3 実施形態)

つぎに、本発明の第3実施形態の露光装置本体11及びレーザ装置12を第1実施形態と異なる部分を中心に図3に従って説明する。第3実施形態においては、図3に示すように、露光装置本体11内に装備されたパージガス供給系69が、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48のみならず、レーザ装置12内の光源室16にも給気配管101を介して接続されている。従って、レーザ装置12内にはパージガス供給系は設けられていない。この場合、酸素センサ42及び排気量モニタ41の検出信号は、露光装置制御系73に供給される。

また、チャンバ45内にはレチクルステージ47を囲うレチクルステージ室102が配置されている。レチクルステージ室102は、給気配管29から分岐された給気配管103を介してパージガス供給系69に接続されているとともに、排気配管104を介して排気ダクト40に接続されている。レチクルステージ室102とレチクル交換扉66との間には前室105が区画形成されており、レチクルステージ室102と前室105とは開閉扉106によって区画されている。内部酸素センサ73は、前室105内に配設されている。なお、前室105内には図示しないレチクルライブラリが配置されている。レチクルローダを前室105内に配置してもよい。

チャンバ45内にはウエハステージ49を囲うウエハステージ室107が配置されている。ウエハステージ室107は、給気配管29から分岐された給気配管108を介してパージガス供給系69に接続されているとともに、排気配管109を介して排気ダクト40に接続されている。ウエハステージ室107とウエハ交換扉65との間には前室110が区画形成されており、ウエハステージ室107と前室110とは開閉扉111によって区画されている。内部酸素センサ78は、前室110内に配設されている。また、ウエハローダ64は、通常、前室110内に位置し、ウエハ交換時など必要に応じてウエハステージ室107内またはチャンバ45の外部に移動される。

また、排気ダクト40内のガスを強制排気するためのブロア114の排気口



には、回収装置としてのパージガス回収系 1 1 5 が接続されている。パージガス回収系 1 1 5 の回収配管 1 1 6 には、回収されたパージガス中の不純物を除去するためのフィルタ 3 0 と、回収されたパージガスを乾燥するための清浄装置としての乾燥器 1 1 7 とが上流側から順番に配置されている。

回収配管 1 1 6 は、乾燥器 1 1 7 の下流側において 2 つに分割されている。第 1 回収配管 1 1 8 は、第 1 制御バルブ 3 6 を介して第 1 タンク 3 2 に接続されている。第 1 制御バルブ 3 6 は、露光装置制御系 7 3 からの駆動力の供給により開放され、第 1 回収配管 1 1 8 を介して第 1 タンク 3 2 に不活性ガスが回収される。第 2 回収配管 1 1 9 は、第 2 制御バルブ 3 7 を介して第 2 タンク 3 4 に接続されている。第 2 制御バルブ 3 7 は、露光装置制御系 7 3 からの駆動力の供給により閉止され、第 2 回収配管 1 1 9 を介して第 2 タンク 3 4 に乾燥空気が回収される。

第 3 実施形態では不活性ガスと乾燥空気とを分離してそれぞれ回収するようにしたが、不活性ガスのみを回収してもよい。また、不活性ガス（パージガス）としてヘリウムガスを使用する場合は、乾燥器 1 1 7 よりも上流側（但し、フィルタ 3 0 より下流側）に冷凍装置を配置してもよい。冷凍装置は、例えば回収した混合ガスを断熱圧縮冷却によって液体窒素温度まで冷却し、空気成分を液化して液化空気とパージガス（ヘリウムガス）とを分離する。そして、冷凍装置内で気体のままのヘリウムガスは第 1 回収配管 1 1 8 を介して第 2 タンク 3 4 に回収され、再利用（リサイクル）される。液化空気は不図示の回収ボンベ内で気化され、第 2 回収配管 1 1 9 を通って第 2 タンク 3 4 に回収される。

なお、第 3 実施形態では不活性ガスと乾燥空気とを第 1 タンク 3 2 と第 2 タンク 3 4 とにそれぞれ回収するようにしたが、第 1 回収配管 1 1 8 を第 1 タンク 3 2 のみならず第 1 タンク 3 2 とは異なる回収タンクに接続して、ヘリウムガスを第 1 タンク 3 2 及び回収タンクに一時的に保存するようにしてもよい。さらに、回収タンクと第 1 タンク 3 2 とに供給配管 3 5 を接続し、両タンクからのヘリウムガスを所定の比率で混合して、混合ヘリウムガスを露光装置本体

11やレーザ装置12に供給してもよい。この場合、両タンクからのヘリウムの供給量を開閉バルブなどを用いて独立に調整することにより、ヘリウムの濃度を常に一定値以上に維持することが可能となる。このような供給量の調整を乾燥空気の回収に対して行ってもよい。

従って、第3実施形態によれば、第1実施形態における（イ）～（リ）の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

（ヲ） 露光装置本体11とレーザ装置12は、パージガス供給系69を共有している。このため、レーザ装置12のパージガス供給系28が省略されて、部品点数を大幅に削減することができる。

（ワ） レチクルステージ47がレチクルステージ室102内に收容されるとともに、ウエハステージ49がウエハステージ室107内に收容されている。従って、レチクルステージ室102内及びウエハステージ室107内を例えば不活性ガスでパージすることが可能となる。このため、各ステージ室102、107におけるレーザ光の減衰を抑制することができる。従って、レチクルR上のパターンの像を、精確かつ効率的にウエハW上に転写することができる。

（カ） 排気ダクト40から排出されたパージガスを不活性ガスと乾燥空気とに分けて回収するパージガス回収系115が設けられている。このため、回収されたパージガスを再利用することで、露光装置本体11及びレーザ装置12のランニングコストを削減することができる。

#### （第4実施形態）

つぎに、本発明の第4実施形態の露光装置本体11及びレーザ装置12を第3実施形態と異なる部分を中心に図4に従って説明する。

第4実施形態では、図4に示すように、乾燥空気供給系35には、乾燥空気の供給源としての外気取込装置131が接続されている。外気取込装置131は、クリーンルーム内の空気を取り込み、その空気から不純物（有機物、アンモニウム塩など）を除去するケミカルフィルタ及びH E P Aフィルタと、これらのフィルタにより化学的に清浄化された空気の湿度を5%程度以下に低下さ

せる乾燥器とを有している。このように、外気取込装置 131 は、化学的にクリーンな乾燥空気を生成し、その乾燥空気を乾燥空気供給系 35 に供給する。

また、不活性ガス供給系 33 には、不活性ガス（この場合、窒素）の供給源としての窒素生成装置 132 が接続されている。窒素生成装置 132 は、クリーンルーム内の空気を取り込み、その空気から不純物（有機物、アンモニウム塩など）を除去するケミカルフィルタ及び H E P A フィルタと、これらのフィルタにより化学的に清浄化された空気から窒素を抽出する抽出器とを有している。このように、窒素生成装置 132 は、化学的にクリーンで、かつ高純度の窒素を生成し、その窒素を不活性ガス供給系 33 に供給する。なお、窒素生成装置 132 に乾燥器を設けて、窒素の湿度を調整するようにしてもよい。

なお、第 4 実施形態は、第 1 実施形態及び第 2 実施形態にも適用することができる。この場合、図 1 及び図 2 に示す乾燥空気供給系 35、91 に外気取込装置 131 が接続され、外気取込装置 131 から乾燥空気が供給される。そして、不活性ガス供給系 33 に窒素生成装置 132 が接続され、窒素供給装置 132 から供給される。ここで、第 2 実施形態においては、乾燥空気供給系 91 に切換弁を設けて、給気配管 29 への乾燥空気を乾燥空気タンク 92 と外気取込装置 131 とから選択的に供給するようにしてもよい。

（変更例）

なお、本発明は、以下のように変更してもよい。

（1） 図 4 に示すように、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 内に気密室内酸素センサ 136 を設けてもよい。酸素センサ 136 は、第 1 ～ 第 3 実施形態に適用することもできる。酸素センサ 136 は、乾燥空気（第 2 のガス）によるページから、不活性ガス（第 1 のガス）によるページに切り替わったとき、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 内に残存する酸素の濃度を検出する。酸素センサ 136 は、残存酸素濃度を示す信号を発光制御装置としての露光装置制御系 73 に供給する。露光装置制御系 73 は、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内の全ての

残存酸素濃度が所定値（例えば１％）以下に到達するまで、レーザ装置１２に対して照明光の出射を禁止すべく制御する。

このような制御によって、光源室１６、接続筒５９、第１鏡筒４６、第２鏡筒４８内が、不活性ガスで十分にパージされる前にレーザ装置１２からの照明光の出射が回避される。このため、残存酸素濃度が所定値以下である場合に限り照明光が照射されるので、照明光エネルギー量の減衰及びオゾンの発生を確実に抑制することができる。従って、照明光における安定した露光エネルギー量を確保することができる。なお、第１及び第２実施形態では、残存酸素濃度を示す信号をレーザ装置制御系３８に供給して同様の制御を実行してもよい。

（２） 不活性ガスでのパージ開始から予め計測された所定時間が経過するまでの間、レーザ装置１２に対して照明光の出射を禁止するように制御してもよい。所定時間は、不活性ガスのパージが開始された後、残存酸素濃度が所定値以下に到達するまでの時間である。

（３） 光源室１６、第１鏡筒４６、第２鏡筒４８、接続筒５９、チャンバ１５、４５から排気ダクト４０への排気動作を選択的に行ってもよい。例えば、酸素センサ１３６による残存酸素濃度が所定値以下である場合には排気ダクト４０による不活性ガスの排気が停止され、作業員によりメンテナンスのために手で不活性ガスから乾燥空気に切り換えられたときには排気が行われる。乾燥空気でのパージに切り換えられたときには、光源室１６、第１鏡筒４６、第２鏡筒４８及び接続筒５９、更にチャンバ１５、４５の内部に不活性ガスが留まることなく工場外に排出される。従って、例えばメンテナンス時における作業環境を良好に維持することができる。

（４） 大気とほぼ同等かそれ以上の濃度の酸素を含むガス、例えば純粋な酸素、酸素と不活性ガスとの混合ガスを乾燥空気として用いてもよい。

（５） 排気ダクト４０の排気量を、排気量モニタ４１、７７により検出する代わりに、排気ダクト４０内のガスの流速を流速計により計測して検出してもよい。

(6) 第1実施形態及び第2実施形態において、露光装置本体11及びレーザ装置12の接続組立の完了後に、仕切り板20、57を取り外してもよい。

(7) 第3実施形態及び第4実施形態において、露光装置本体11及びレーザ装置12の接続組立の完了後に、仕切り板20、57、58、63を取り外してもよい。

(8) 第1実施形態及び第2実施形態において、露光装置本体11のパージガス供給系69とレーザ装置12のパージガス供給系28とで異なる不活性ガスと乾燥空気との切り換え制御を行ってもよい。

(9) 光源室16、第1鏡筒46、第2鏡筒48及び接続筒59の少なくとも1つを、複数の気密室に分割して形成してもよい。特に、第1鏡筒46において、レチクルブラインド55の前後で複数の気密室を形成してもよい。この場合、第1鏡筒46における各気密室をユニットとして取り扱うことができ、組付時、メンテナンス時における作業性を向上することができる。

(10) 光源室16、第1鏡筒46、第2鏡筒48及び接続筒59の少なくとも1つを複数の気密室で構成してもよい。このような多重の気密室構成では、光源室16、第1鏡筒46、第2鏡筒48及び接続筒59内の不活性ガスが直接チャンバ15、45内に漏れ出すことを極力防止することができる。また、クリーンルーム内の外気が、直接光源室16、第1鏡筒46、第2鏡筒48及び接続筒59に接触することも極力防止される。従って、作業環境を良好に維持し、光学素子への汚染物質の堆積をより確実に抑制することができる。

(11) 各実施形態において、BMU67を省略してもよい。

(12) ArFエキシマレーザ光源の代わりに、例えば、KrFエキシマレーザ光源、F<sub>2</sub>エキシマレーザ光源、YAGレーザの高調波あるいは金属蒸気レーザの高調波を出力する光源が用いられてもよい。

(13) 本発明をレチクルRのパターンの像をステップ・アンド・リピート方式でウエハW上に転写する一括露光型の露光装置に具体化した。代わりに、本発明をレチクルRとウエハWとを同期移動させて、パターンの像をステップ・

アンド・スキャン方式でウェハW上に転写する走査露光型の露光装置に具体化してもよい。さらに本発明は、ミラープロジェクション方式、又はプロキシミティ方式の露光装置に対しても適用することができる。なお、投影光学系は屈折系、反射系、及び反射屈折系のいずれであってもよく、更には縮小系、等倍系、及び拡大系のいずれであってもよい。また、投影光学系を使用しない露光装置であっても、レーザ光源及び照明光学系に対して本発明を適用することができる。

(14) 第2鏡筒48内に屈折タイプの投影光学系60を収容したが、複数の鏡筒によって第2鏡筒48を構成し、各鏡筒内部に反射屈折系の投影光学系を収容してもよい。

ここで、反射屈折型の投影光学系としては、例えば特開平8-171054号公報（及びこれに対応する米国特許第5,668,672号）、並びに特開平10-20195号公報（及びこれに対応する米国特許第5,835,275号）などに開示される、反射光学素子としてのビームスプリッタと凹面鏡とを有する反射屈折系、又は特開平8-334695号公報（及びこれに対応する米国特許第5,689,377号）、並びに特開平10-3039号公報（及びこれに対応する米国特許出願第873,605号（出願日：1997年6月12日）などに開示される、反射光学素子としてのビームスプリッタを用いずに凹面鏡などを有する反射屈折系を用いることができる。

この他、特開平10-104513号公報（及び米国特許第5,488,229号）に開示される、複数の屈折光学素子と2枚のミラー（凹面鏡である主鏡と、屈折素子又は平行平板の入射面と反対側に反射面が形成される裏面鏡である副鏡）とを同一軸上に配置し、その複数の屈折光学素子によって形成されるレチクルパターンの中間像を、主鏡と副鏡とによってウェハ上に再結像させる反射屈折系を用いても良い。この反射屈折系では、複数の屈折光学素子に続けて主鏡と副鏡とが配置され、照明光が主鏡の一部を通過して副鏡、主鏡の順に反射され、更に副鏡の一部を通過してウェハ上に達することになる。

さらに、反射屈折型の投影光学系としては、例えば円形イメージフィールドを有し、かつ物体面側、及び像面側が共にテレセントリックであるとともに、その投影倍率が $1/4$ 倍又は $1/5$ 倍となる縮小系を用いても良い。また、この反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置の場合、照明光の照射領域が投影光学系の視野内でその光軸をほぼ中心とし、かつレチクル又はウェハの走査方向とほぼ直交する方向に沿って延びる矩形スリット状に規定されるタイプであっても良い。かかる反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置によれば、例えば波長 $157\text{ nm}$ の $F_2$ レーザ光を露光用照明光として用いても $100\text{ nm L/S}$ パターン程度の微細パターンをウェハ上に高精度に転写することが可能である。

(15) 本発明を半導体素子製造用の露光装置本体11に具体化した、例えば液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等製造用の露光装置に具体化してもよい。

(16) レチクル、又はマスクを製造するために、ガラス基板、又はシリコンウェハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられる。レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーパされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、又は水晶などを用いることができる。また、EUV露光装置では反射型マスクが用いられる。プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置では透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、そのマスク基板としてはシリコンウェハを用いることができる。

(17) ArFエキシマレーザや $F_2$ レーザの代わりに、例えばDFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外線、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドーパされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換することによって得られた高調波を用いてもよい。具体的には、単一波長

レーザの発振波長が $1.51 \sim 1.59 \mu\text{m}$ の範囲内である場合、発生波長が $189 \sim 199 \text{ nm}$ の範囲内である8倍高調波、又は発生波長が $151 \sim 159 \text{ nm}$ の範囲内である10倍高調波が得られる。特に発振波長を $1.544 \sim 1.553 \mu\text{m}$ の範囲内に設定すると、 $193 \sim 194 \text{ nm}$ の範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザとほぼ同一波長を有する紫外光が得られ、発振波長を $1.57 \sim 1.58 \mu\text{m}$ の範囲内に設定すると、 $157 \sim 158 \text{ nm}$ の範囲内の10倍高調波、即ち $F_2$ レーザとほぼ同一波長を有する紫外光が得られる。また、発振波長を $1.03 \sim 1.12 \mu\text{m}$ の範囲内に設定すると、発生波長が $147 \sim 160 \text{ nm}$ の範囲内である7倍高調波が得られる。特に発振波長を $1.099 \sim 1.106 \mu\text{m}$ の範囲内に設定すると、発生波長が $157 \sim 158 \mu\text{m}$ の範囲内の7倍高調波、即ち $F_2$ レーザとほぼ同一波長を有する紫外光が得られる。なお、単一波長発振レーザとしてはイットリビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いることができる。

(18) 乾燥空気及び不活性ガス(パージガス)の湿度を5%程度以下に設定する代わりに、不活性ガスの湿度を5%を越える値に設定してもよい。即ち、乾燥空気に比べて不活性ガスの湿度管理は格段に緩くて構わない。従って、不活性ガスの湿度を調整する湿度調整器は必ずしも必要ではない。

露光装置の製造工程では、各々が複数の光学素子を有する照明光学系及び投影光学系を露光装置本体に組み込んで光学調整を行い、各々が多数の機械部品から構成されるレチクルステージ及びウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を各ステージに接続する。さらに、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46、及び第2鏡筒48をそれぞれパージガス供給系28、69と接続し、チャンバ15、45に排気ダクト40を接続し、更に総合調整(電気調整、動作確認等)を行うことにより上記各実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度が管理されたクリーンルームで行われることが望ましい。

半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ス



トップに基づいてレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウェハを制作するステップ、前述の各実施形態の露光装置を用いてレチクルのパターンをウェハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

## 請求の範囲

1. 光学素子を収納する気密室を備えた光学装置において、  
前記気密室内に第1のガスを供給する第1パージ機構と、  
前記気密室内に前記第1のガスとは異なる組成を有する第2のガスを供給する第2パージ機構と、  
前記光学装置の稼働状態を検出する稼働状態検出機構と、  
その稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、前記気密室と、前記第1パージ機構又は前記第2パージ機構とを選択的に接続する制御装置とを備えたことを特徴とする光学装置。
2. 照明光を出射する光源を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の光学装置。
3. 前記光源がエキシマレーザ光を出射するエキシマレーザ光源からなることを特徴とする請求項2に記載の光学装置。
4. 複数の光学素子を有し、かつ照明光をマスクに照射する照明光学系を更に備え、前記照明光学系の複数の光学素子の少なくとも一部が前記気密室内に収納されていることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。
5. 前記マスク上に形成されるパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系を更に備えることを特徴とする請求項4に記載の光学装置。
6. 前記第1のガスは不活性ガスであり、前記第2のガスは少なくとも大気と同等の濃度を有する酸素又は酸素を含む混合ガスであることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

7. 前記第1のガス及び第2のガスの流路にそれらのガス中に含まれる不純物を除去するための清浄装置を設けたことを特徴とする請求項6に記載の光学装置。

8. 前記光学装置は前記気密室を収納する筐体を備え、前記稼働状態検出機構は、前記筐体の内部又は外部における所定のガスの濃度を検出する環境監視手段を備え、前記制御装置はその環境監視手段の検出結果に基づいて前記所定のガスの濃度が所定値を下回ったときには、前記気密室に接続されるパージ機構を第1パージ機構から第2パージ機構に切り換えることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

9. 前記光学装置は前記気密室に接続された排気装置を備え、前記稼働状態検出機構は、前記排気装置の排気量を検出する排気監視手段を備え、前記制御装置はその排気監視手段の検出結果に基づいて前記排気量が所定値を下回ったときには、前記気密室に接続されるパージ機構を第1パージ機構から第2パージ機構に切り換えることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

10. 前記稼働状態検出機構及び前記制御装置の少なくとも一方が停止された状態では、前記気密室に接続されるパージ機構を第1パージ機構から第2パージ機構に切り換えることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

11. 前記制御装置は、前記光学装置が動作する時には前記第1パージ機構を前記気密室に接続し、前記第1のガスの使用条件が満たされない時には前記気密室に前記第2パージ機構を接続することを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

1 2. 前記気密室が収納される筐体の一部が開放される状態、又は前記光学装置の電源がオフになる状態、もしくは前記光学装置の運搬、組立、又は調整中では、前記第 2 パージ機構が気密室に接続されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の光学装置。

1 3. 前記第 2 のガスを蓄積保持する保持手段を更に備えたことを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 2 のうちいずれか一項に記載の光学装置。

1 4. マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、  
照明光を射出する光源と、  
前記光源と前記基板との間に配置される複数の光学素子のうち少なくとも一部の光学素子を収容する気密室と、  
前記気密室内に第 1 のガスを供給する第 1 パージ機構と、  
前記気密室内に前記第 1 のガスとは異なる組成を有する第 2 のガスを供給する第 2 パージ機構と、  
前記露光装置の稼働状態を検出する稼働状態検出機構と、  
その稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、前記気密室と、前記第 1 パージ機構又は前記第 2 パージ機構とを選択的に接続する制御装置とを備えることを特徴とする露光装置。

1 5. 前記気密室は、前記光源内の光学素子を収納する第 1 気密室と、前記光源と前記マスクとの間に配置される少なくとも 1 つの光学素子を収納する第 2 気密室と、前記マスクと前記基板との間に配置される少なくとも 1 つの光学素子を収納する第 3 気密室とを含むことを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

1 6. 前記気密室が収納される筐体及び前記気密室の少なくともいずれか

一方を介して前記第 1 のガスを回収する回収装置を更に備えたことを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

1 7. 前記第 2 のガスは化学的に清浄な乾燥空気であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の露光装置。

1 8. 前記気密室内での前記第 1 のガス及び酸素のいずれか一方の濃度を検出するセンサと、前記センサの出力に基づいて前記光源を制御する発光制御装置とを更に備えたことを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

1 9. 前記センサは前記酸素の濃度を検出し、前記発光制御装置は、前記酸素の濃度が所定値以下になるまで前記光源からの前記照明光の出射を禁止することを特徴とする請求項 1 8 に記載の露光装置。

2 0. 前記気密室は前記照明光の光路中に配置された複数の気密室を含み、前記複数の気密室内にそれぞれ複数のセンサが設けられ、前記発光制御装置は、前記複数のセンサの出力に基づいて前記光源を制御することを特徴とする請求項 1 9 に記載の露光装置。

2 1. 前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系と、前記照明光が照射された前記マスクのパターンの少なくとも一部を前記基板上に投影する投影光学系と、前記光源と前記照明光学系との間に配置された伝送系とを更に備え、前記複数の気密室は、前記光源内に設けられた第 1 気密室、前記照明光学系を構成する少なくとも一部の光学素子を収容する第 2 気密室、前記投影光学系を構成する少なくとも一部の光学素子を収容する第 3 気密室、及び前記伝送系を構成する少なくとも一部の光学素子を収容する第 4 気密室の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の露光装置。

22. 前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系を備え、前記気密室は照明光学系の光学素子を収容する少なくとも2つの気密室を含み、前記少なくとも2つの気密室のそれぞれにセンサが設けられていることを特徴とする請求項20に記載の露光装置。

23. 前記制御装置は、前記光源からの前記照明光の出射が中断、又は停止されたときは、前記気密室内に前記第2のガスを供給すべく、前記第2パージ機構と前記気密室とを接続することを特徴とする請求項14に記載の露光装置。

24. 前記露光装置は、前記気密室を収容する筐体と、前記筐体に接続され、前記第2のガスの供給時に動作する排気装置とを更に備えることを特徴とする請求項23に記載の露光装置。

25. 前記筐体内の環境を検出する環境センサを更に備え、前記環境センサの出力に基づいて前記排気装置が制御されることを特徴とする請求項24に記載の露光装置。

26. 前記筐体は、前記光源を収容する第1チャンバ及び露光装置本体を収納する第2チャンバのいずれか一方を含むことを特徴とする請求項24又は請求項25に記載の露光装置。

27. マスクのパターンを基板上に転写する露光装置に用いられるレーザー光源において、

前記露光装置の稼働中に供給される第1のガスとは異なる組成を有する第2のガスを保存するタンクと、

前記露光装置から分離された時に、前記第 2 のガスをレーザ光源の内部に導入する配管とを備えたことを特徴とするレーザ光源。

28. 光学装置に設けられ、光学素子を収納する気密室に対して所定の気体を供給するガスの供給方法において、

前記光学装置の稼働状態を検出し、

その検出結果に基づいて、前記所定の気体として、第 1 のガス又は前記第 1 のガスとは異なる組成を有する第 2 のガスを選択的に前記気密室に供給することを特徴とするガスの供給方法。

29. 前記第 1 のガスは不活性ガスであり、前記第 2 のガスは少なくとも大気と同等の濃度を有する酸素又は酸素を含む混合ガスであることを特徴とする請求項 28 に記載のガスの供給方法。

30. 前記光学装置は前記気密室を収納する筐体を備え、

前記筐体の内部又は外部におけるガス濃度を検出し、

その検出結果に基づいて前記ガス濃度が所定値以上のときには、前記第 1 のガスを前記気密室に供給し、前記ガス濃度が前記所定値を下回ったときには、前記第 2 のガスを気密室に供給することを特徴とする請求項 29 に記載のガスの供給方法。

31. 前記光学装置は、前記気密室に接続された排気装置を備え、

前記排気装置の排気量を検出し、

前記排気量が所定値以上のときには、前記第 1 のガスを前記気密室に供給し、前記ガス濃度が前記所定値を下回ったときには、前記第 2 のガスを前記気密室に供給することを特徴とする請求項 29 に記載のガスの供給方法。

32. 前記光学装置が動作するときは、前記第1のガスを前記気密室に供給することを特徴とする請求項29に記載のガスの供給方法。

33. 前記気密室又は該気密室が収納される筐体の一部が開放されるとき、又は前記光学装置の電源がオフになったとき、前記第2のガスを前記気密室に供給することを特徴とする請求項32に記載のガスの供給方法。

34. 前記光学装置は、光源からの照明光をマスクに照射する照明光学系と、前記照明光学系により照射された前記マスクのパターンの少なくとも一部を感光基板上に投影する投影光学系と、前記光源と前記照明光学系との間に配置された伝送系とを有し、

前記気密室は、前記照明光学系、前記投影光学系及び前記伝送系の少なくとも一つに設けられることを特徴とする請求項29に記載のガスの供給方法。

35. 請求の範囲第28項～34項のうちいずれか1項に記載のガスの供給方法を利用して、前記マスクのパターンを基板上に投影する露光方法。

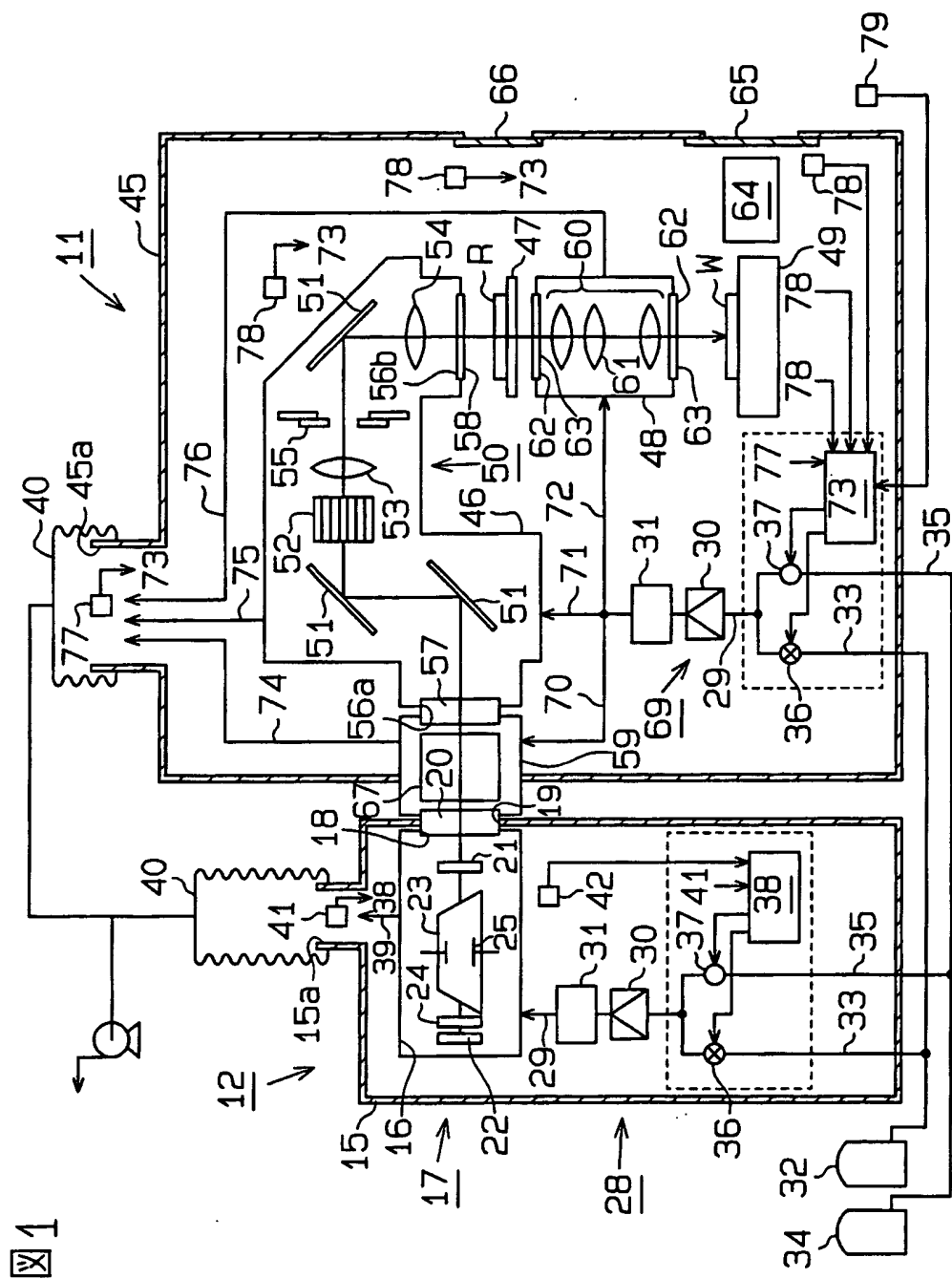
36. マスクに形成されたパターンを基板に投影する露光方法において、  
前記基板に前記パターンを投影する前に、請求の範囲第32項に記載のガスの供給方法を用いて、前記気密室に前記第1のガスを供給することを特徴とする露光方法。

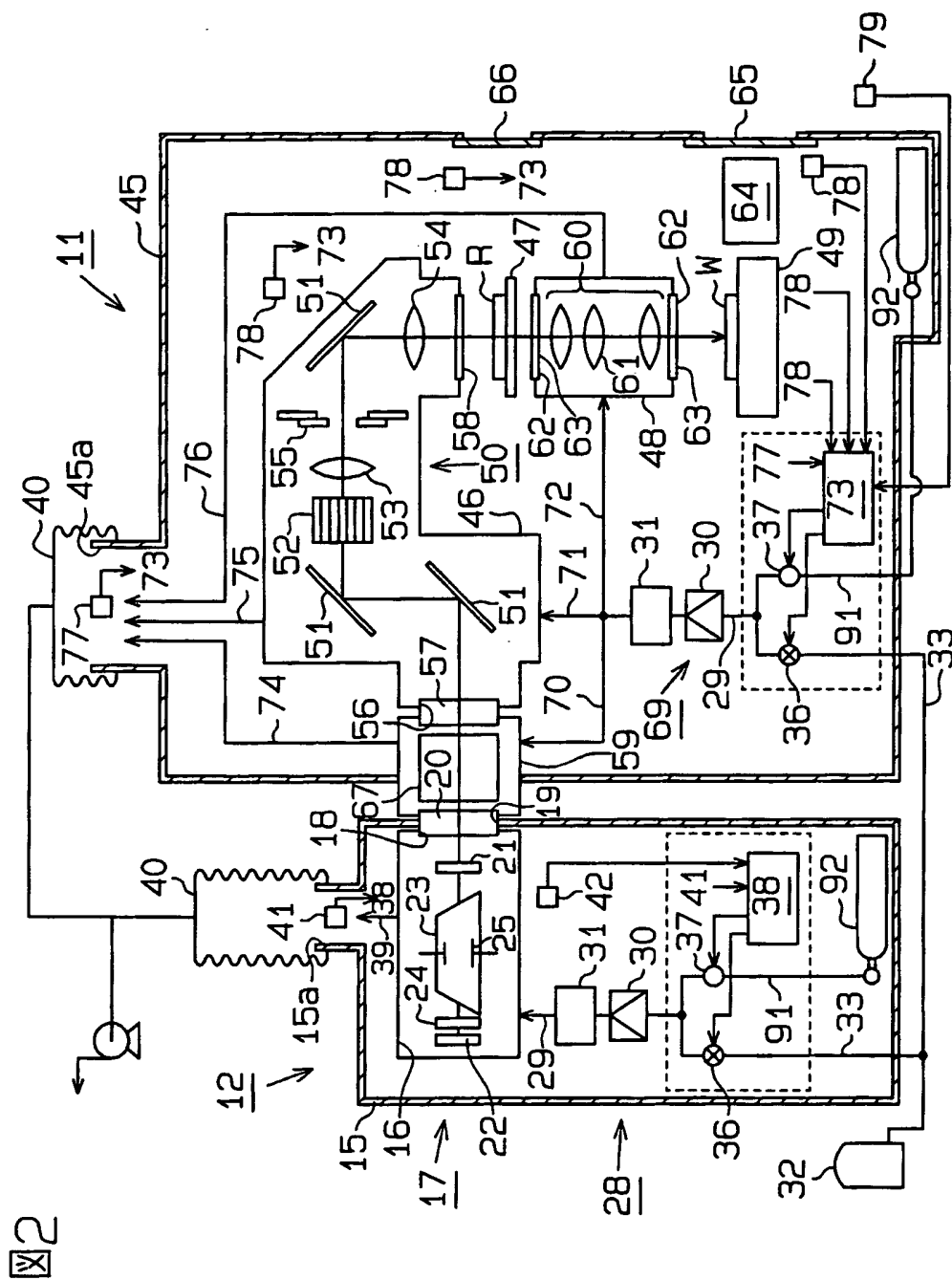
37. マスクに形成されたパターンを基板に投影する工程を含むデバイス製造方法において、

前記基板に前記パターンを投影する前に、請求の範囲第32項に記載のガスの供給方法を用いて、前記気密室に前記第1のガスを供給する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。



1/4





3/4

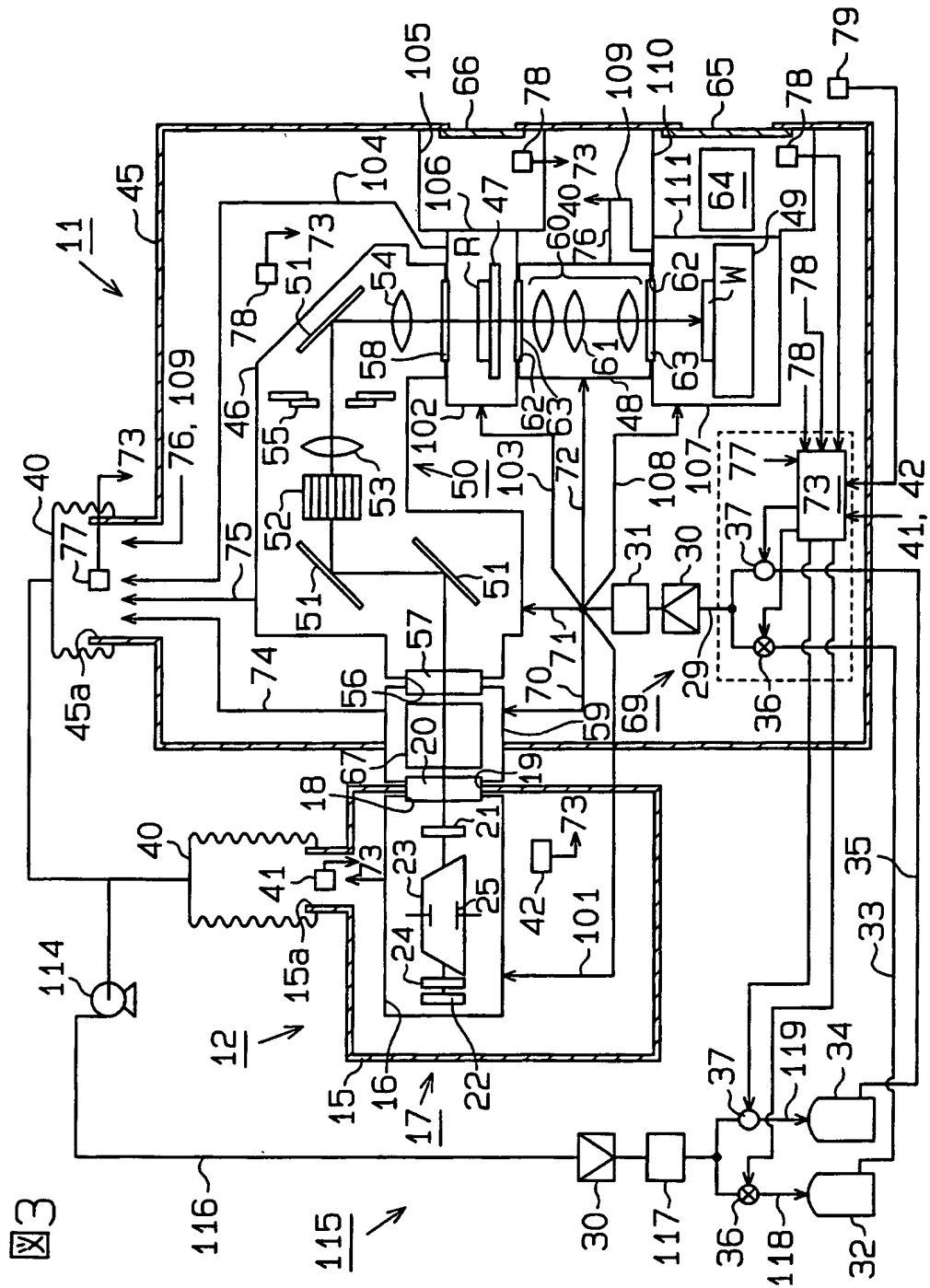
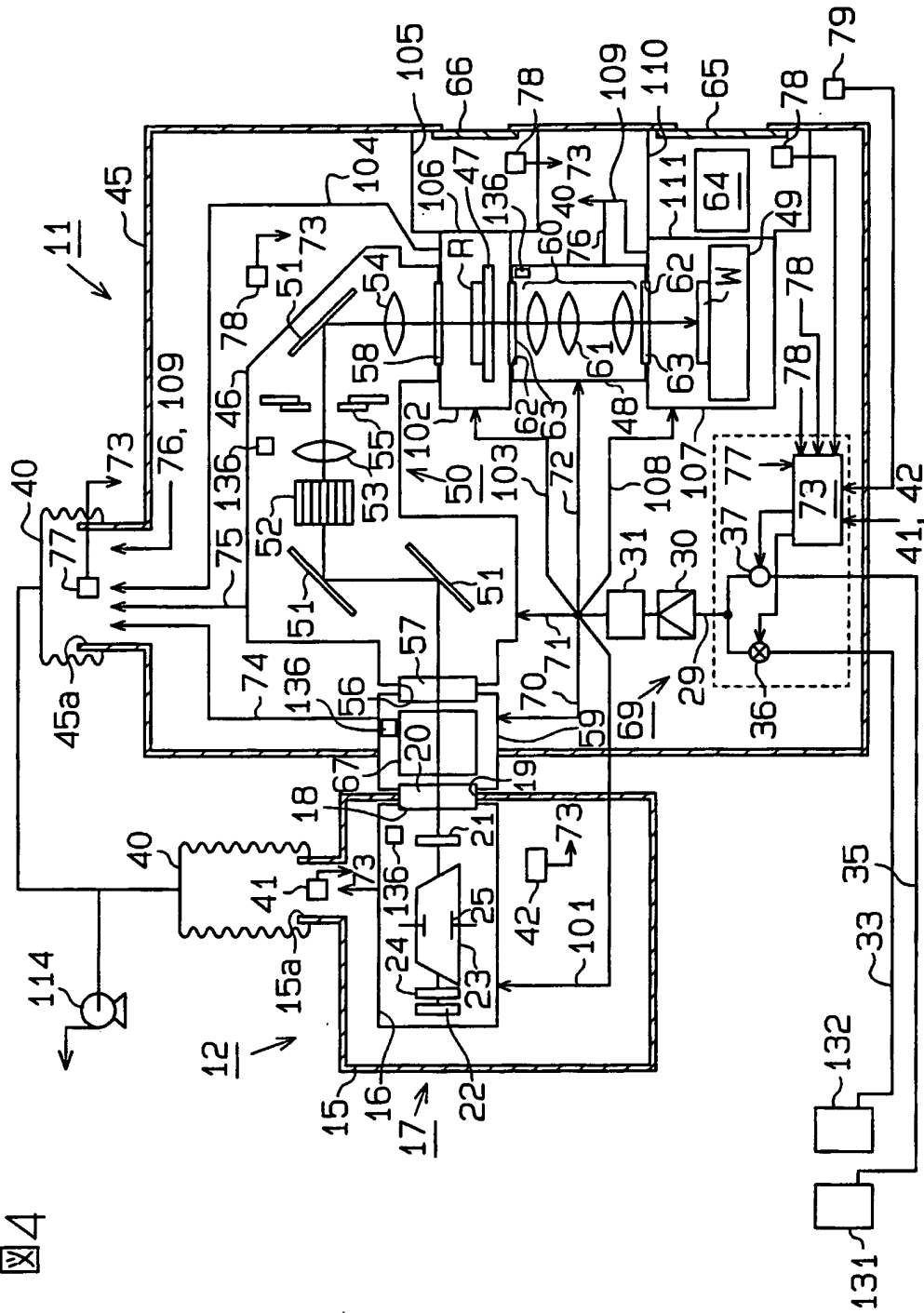


図4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03985

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>Int.Cl <sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20  |  |   |
|---|--|---|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>Int.Cl <sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20  |  |   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999   |  |   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  |  |   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |   |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.   |
| Y   | JP, 10-172899, A (Nikon Corp.),<br>26 June, 1998 (26. 06. 98) (Family: none)   | 1-37  |
| Y   | JP, 62-286226, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.),<br>12 December, 1987 (12. 12. 87) (Family: none)  | 1-37  |
| Y   | JP, 5-190427, A (Canon Inc.),<br>30 July, 1993 (30. 07. 93) (Family: none)   | 1-37  |
| Y   | JP, 10-97990, A (Canon Inc.),<br>14 April, 1998 (14. 04. 98) (Family: none)  | 8-9, 18-22,<br>25, 30-31  |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.   |  |   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier document but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |   |
| Date of the actual completion of the international search<br>26 October, 1999 (26. 10. 99)  |  | Date of mailing of the international search report<br>2 November, 1999 (02. 11. 99) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office  |  | Authorized officer  |
| Facsimile No.   |  | Telephone No.   |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/03985

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                     | 関連する<br>請求の範囲の番号         |
|-----------------|---|--------------------------|
| Y               | JP, 10-172899, A (株式会社ニコン) 26. 6月. 1998 (26. 06. 98)<br>(ファミリーなし)     | 1-37                     |
| Y               | JP, 62-286226, A (日本電信電話株式会社) 12. 12月. 1987 (12. 12. 87)<br>(ファミリーなし) | 1-37                     |
| Y               | JP, 5-190427, A (キヤノン株式会社) 30. 7月. 1993 (30. 07. 93)<br>(ファミリーなし)     | 1-37                     |
| Y               | JP, 10-97990, A (キヤノン株式会社) 14. 4月. 1998 (14. 04. 98)<br>(ファミリーなし)     | 8-9, 18-22,<br>25, 30-31 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 10. 99

国際調査報告の発送日

02.11.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 哲央

2M

7810

電話番号 03-3581-1101 内線 6221

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)